

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ОСНОВАНИЯ СЕКЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ МКЮ.2У.75.08.100.081.00.000

УДК 621.757:621.791:622.28-2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Сукачев Н.Н.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., Доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями

ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)- 12	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)- 13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)- 14	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)- 15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А60

Руководитель ВКР

Сукачев Н.Н.

Ильященко Д.П.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

(Подпись) (Дата) Д. П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Сукачеву Николай Николаевичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки основания секции механизированной крепи МКЮ.2У.75.08.100.081.00.000	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	01.02.2021 г. № 32-106/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Объект и методы исследования 3. Разработка технологического процесса 4. Конструкторский раздел 5. Проектирование участка сборки-сварки 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА. МКЮ.2У.175.00.000 СБ Основание 4 листа (A1) ФЮРА.000001.175.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 2 листа (A1) ФЮРА.000002.175 ЛП План участка 1 лист (A1) ФЮРА.000003.175 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (A1) ФЮРА.000004.175ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (A1) Технологическая схема ЛП 1 лист (A1)
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П..
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент	Полицинская Е.В..
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2021 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П..	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
310А60	Сукачев Н.Н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2021	Обзор литературы	20
17.02.2021	Объекты и методы исследования	20
17.03.2021	Расчеты и аналитика	20
17.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
20.05.2021	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Сукачеву Николаю Николаевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Цена на основные материалы, сварочные материалы, электроэнергию, сварочное оборудование.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений

Затраты на сварочные материалы

Заработная плата

Затраты на электроэнергию

Затраты на основной металл

Себестоимость одного изделия

Количество приведенных затрат

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.04.2021
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Сукачев Н.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Сукачеву Николаю Николаевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки основания крепи МКЮ.2У на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	17.04.2021 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Сукачев Н.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 150 с, 4 рис., 20 табл., 59 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ОСНОВАНИЕ, КРАН-БАЛКА, РАБОЧЕЕ МЕСТО, ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ, СПОСОБ СВАРКИ, ШОВ, СВАРНОЕ ИЗДЕЛИЕ, ВРЕМЯ СВАРКИ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ..

Объектом разработки является участок сборки и сварки основания.

Целью работы является разработка технологического процесса и проектирование сварочного участка.

The aim of the work is to develop the process and design the welding site.

В процессе выпускной квалификационной работе решались задачи определения структуры производственного процесса сварки, состава оборудования и работающих, разработка технологического процесса, сварочных и сборочно-сварочных приспособлений.

В результате выбран наиболее эффективный вариант производственного процесса, подобранно оборудование: аппарат *EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM*, соответствующей режимам сварки и разработана технологическая оснастка, на основании чего спроектирован участок сборки и сварки основания.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики МКЮ.2У.175.00.000: габаритные размеры изделия 2715 мм 1416 мм 430 мм. Основание изготовлено из следующих марок сталей: 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД и 35Л.

Область применения: Горнодобывающая промышленность.

Значимость работы: в процессе выполнения выпускной квалификационной работы для кантования изделия в удобное положение для сварки внедрен позиционер и разработано сборочно – сварочное приспособление, данные ново введения позволили сократить время изготовления основания и увеличить производительность труда.

Abstract

The final qualifying work contains 150 pages, 4 figures, 20 tables, 59 sources, 3 appendices.

Keywords: BASE, CRANE-BEAM, WORKPLACE, TECHNICAL REGULATION, WELDING METHOD, SEAM, WELDED PRODUCT, WELDING TIME, TECHNICAL DOCUMENTATION ..

The object of development is the assembly and welding section of the base.

The aim of the work is to develop a technological process and design a welding area.

The aim of the work is to develop the process and design the welding site.

In the process of the final qualifying work, the tasks of determining the structure of the production process of welding, the composition of equipment and workers, the development of the technological process, welding and assembly-welding devices were solved.

As a result, the most efficient version of the production process was selected, the equipment was selected: the EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM apparatus, corresponding to the welding modes, and the technological equipment was developed, on the basis of which the base assembly and welding area was designed.

The main design, technological and technical and operational characteristics of MKYu.2U.175.00.000: overall dimensions of the product are 2715 mm 1416 mm 430 mm. The base is made of the following steel grades: 14XГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10XCHД and 35Л.

Application area: Mining industry.

Significance of the work: in the process of performing the final qualifying work for tilting the product into a convenient position for welding, a positioner was introduced and an assembly and welding device was developed, these new introductions made it possible to reduce the time for making the base and increase labor productivity.

Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Современные способы импульсно-дуговой <i>MIG/MAG</i> сварки	19
1.2 Новые технологии в сварочном производстве	22
1.3 Инновационные методы разработки технологии MIG/MAG сварки и организации сварочного производства с применением компьютерного моделирования	27
1.4 Технология EWM ForceArc: принцип работы и преимущества	31
1.5 Заключение	33
2 Объект и методы исследования	34
2.1 Описание сварной конструкции	34
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	34
2.2.1 Требования к подготовке кромок	35
2.2.2 Требования к сварке и прихватке	36
2.2.3 Требования к сборке сварного изделия	38
2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев	39
2.2.6 Требования к оформлению документации	40
2.2.7 Требования к контролю	40
2.3 Методы проектирования	42
2.4 Постановка задачи	42
3 Разработка технологического процесса	44
3.1 Анализ исходных данных	44
3.1.1 Основные материалы	44
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	49
3.1.3 Выбор сварочных материалов	50
3.2 Технологические режимы сварки	51

3.3 Выбор основного оборудования	51
3.4 Выбор оснастки	56
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	56
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	58
3.7 Разработка технической документации	62
3.8 Техническое нормирование операций	64
3.9 Материальное нормирование	68
3.9.1 Расход металла	68
3.9.2 Расход сварочной проволоки	68
3.9.3 Расход защитного газа	68
3.9.4 Расход электроэнергии	69
4 Конструкторский раздел	70
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	70
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	70
4.3 Порядок работы приспособлений	71
5 Проектирование участка сборки-сварки	72
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	72
5.1.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	72
5.2 Расчет основных элементов производства	72
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	73
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	74
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	77
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	77
6.2 Экономический анализ техпроцесса	77
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	78
6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	80
6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	80
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	81

6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	82
6.2.2.2	Определение затрат на сварочные материалы	82
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	83
6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	84
6.2.2.5	Определение затрат на сжатый воздух	84
6.2.2.6	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	85
6.2.2.7	Определение затрат на содержание помещения	86
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	87
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	88
7	Социальная ответственность	89
7.1	Описание рабочего места	89
7.2.	Законодательные и нормативные документы	90
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	92
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	99
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	99
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	102
7.5	Охрана окружающей среды	102
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	104
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	105
	Заключение	106
	Библиография	107
	Приложение А (Спецификация Основание)	113
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	117
	Приложение В (Технологический процесс)	118
	Диск CD-R	В конверте на обложке
	Графическая часть	На отдельных листах

ФЮРА.МКЮ.2У.175.00.000 СБ Основание	Формат 4-А1
ФЮРА.000001.175.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат 2-А1
ФЮРА.000002.175 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.175 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000004.175 ЛП Экономическая часть	Формат А1
Технологическая схема ЛП	Формат А1

Обозначения и сокращения

Сб. ед. – сборочная единица.

Поз. – позиция.

Введение

Широкое применение сварки обусловлено её экономичностью и эффективностью получения неразъемных соединений. Сварка позволяет сократить расход металла, массу конструкций, трудоемкость производственных процессов. Механизация и автоматизация сварочных процессов позволяет увеличить производительность труда, улучшить качество изделий, уменьшить затраты на производство единицы продукции.

Сейчас сварка один из ведущих способов обработки металлов. Имеется большое количество видов сварки: ручная дуговая сварка, сварка под флюсом, сварка давлением, сварка в защитных газах плавящимся и не плавящимся электродом, электрошлаковая сварка и т.д.

Наибольшее распространение получила сварка в смеси защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010, потому что способ имеет высокие технико-экономические показатели, отличается универсальностью и гибкостью. Преимущества заключаются:

- а) комбинирование влияния углекислого газа и аргона;
- б) высокое качество сварных швов;
- в) стабильность сварочной дуги;
- г) возможность сварки тонкостенных изделий.

Применение данной смеси позволяет формировать правильный шов за счет предотвращения разбрызгивания расплавленного металла. Помимо того, смесь способствует увеличению выработки тепловой энергии. Однако эта смесь не лишена и недостатков – в результате повышенного окисления ухудшаются механические свойства сварного соединения.

Применение защитных смесей для сварки позволяет создавать прочные, долговечные и качественные соединения, обладающие улучшенными параметрами.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки основания шахтной крепи. В ходе проводимой работы надо получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации производства повышающей производительность и условия труда.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Современные способы импульсно-дуговой *MIG/MAG* сварки

Управление сварочной дугой и ее свойствами необходимо для повышения стабильности горения дуги и получения направленного переноса электродного металла в сварочную ванну, что особенно актуально при сварке в положениях, отличных от нижнего, а также воздействия на процессы, протекающие в сварочной ванне в околошовной зоне (управление первичной кристаллизацией металла шва и термическим циклом в околошовной зоне) [1].

Импульсные процессы при сварке можно разделить на:

- сварку модулированным током;
- импульсно-дуговую сварку;
- сварка пульсирующей дугой;
- импульсная подача проволоки.

Сварка модулированным током.

С целью удержания сварочной ванны в пространственных положениях отличных от нижнего сварочного тока необходимо снизить, а для обеспечения требуемых сварочно-технологических свойств электрода ток должен быть значительно больше величины, обеспечивающей удержание сварочной ванны. Сварщик решает эту задачу, выполняя электродом различные манипуляции, вплоть до обрыва дуги, что приводит к образованию дефектов, как при сварке корня шва, так и заполняющих слоев.

Выполнение указанных противоречивых требований возможно методами импульсной модуляции сварочного тока. По сравнению со сваркой стационарной дугой, сварка модулированным током имеет ряд основных преимуществ. Это улучшение формирования шва во всех пространственных положениях, повышение механических свойств, сварных соединений, улучшение дегазации сварочной ванны, снижение сварочных деформаций и др. [2].

Дополнительные импульсы, протекающие в интервале основной паузы, обеспечивают технологическую устойчивость процесса сварки модулированным током. Их длительность и частота влияют на равномерное плавление покрытого электрода без образования “kozyрька”, а также при сварке корневых швов и изделий малой толщины – на поддержание существования “замочной скважины” [3].

Сварка пульсирующей дугой.

Сварка пульсирующей дугой представляет собой специализированный процесс сварки со струйным переносом металла. При горении пульсирующей дуги в инертных газах может наблюдаться очень мелкокапельный перенос электродного металла. Название "струйный" он получил потому, что при его наблюдении невооруженным глазом создается впечатление, что расплавленный металл стекает в сварочную ванну с торца электрода непрерывной струей. Изменение характера переноса электродного металла с капельного на струйный происходит при увеличении сварочного тока до "критического" для данного диаметра электрода или же при подаче импульсного напряжения.

Сварка пульсирующей дугой может применяться и в сварке вольфрамовой дугой (*TIG*). Контур шва и глубина провара отлаживаются при этом процессе очень хорошо. Импульсы высокого напряжения быстро обеспечивают глубину расплавления основного металла, но не вызывают интенсивного разогрева материала. Фоновый ток при этом поддерживает нужное состояние дуги между импульсами. По сравнению с постоянной дугой пульсирующая усиливает проникновение, не повышая температуру соединения. Однако, надо заметить, что скорость сварки при этом падает на 20-40%.

Пульсирующая дуга может быть настроена от 1 до 100 импульсов в секунду, а на некоторых типах оборудования даже до 1000 импульсов [4].

Импульсная подача сварочной проволоки.

Генерирование импульсов подачи основывается на 2-х основных способах ее получения: за счет применения специальных электродвигателей в

механизме подачи электродной проволоки и при использовании механических модуляторов различных конструкций.

Объяснить увеличение коэффициента наплавки при импульсной подаче электродной проволоки можно следующими причинами [5]:

- управляемым процессом образования капли электродного металла, не позволяющим расходовать лишнюю энергию на ее перегрев;
- отсутствием больших значений токов короткого замыкания, обычно характерных для процесса сварки с короткими замыканиями;
- увеличение тока в импульсе подачи способствует росту коэффициента плавления, при этом фактически импульсный ток не превышает 30-35% времени цикла образования и переноса капли, отсюда и рост коэффициента плавления по сравнению со средним значением тока при постоянной скорости подачи.

Импульсно-дуговая сварка.

В настоящее время появляются новые способы импульсно-дуговой сварки. Это, к примеру, импульсно-дуговая сварка с подогревом электродной проволоки, двухдуговая импульсная сварка, импульсная сварка с увеличенным вылетом электродной проволоки, технологии *SpeedPulse*, *STT*, *ForceArc*, *ColdArc*.

С целью повышения эффективности сварки плавящимся электродом в среде инертных газов применяют предварительный подогрев сварочной проволоки проходящим током и импульсно-дуговую сварку. Полуавтоматическая импульсно-дуговая сварка титановых сплавов обеспечивает повышение производительности сварочных работ в 2...3 раза при снижении погонной энергии сварки в 2...2,5 раза [6].

Двухдуговая сварка “расщепленным” электродом с общим током подводом применяется с целью повышения коэффициента наплавки, увеличения скорости сварки. В процессе сварки происходят короткие замыкания между одной из электродных проволок и ванной, а также прекращается горение дуги на второй проволоке.

Импульсные процессы широко применяются и при наплавке. К примеру, для получения более чистого слоя наплавленного металла применяют увеличение вылета электродной проволоки [7]. Также при повышенном вылете электрода становится возможна сварка “в узкую разделку”.

Объединив качество импульсной дуги и скорость струйной дуги, получили технологию *SpeedPulse*. При этом обеспечиваются уменьшенное тепловложение, улучшенный провар и четкое формирование шва. Отличие от традиционного импульсного процесса заключается в том, что во время пауз между импульсами на долю миллисекунды включается струйный процесс сварки, тем самым перенос электродного металла происходит и между импульсами тоже [8].

Сварочный процесс по технологии *SpeedPulse* ведется при дистанции порядка 65-70 мм, при этом длина дуги составляет всего 3-4 мм. При уменьшении дистанции работ процесс переходит в нестабильную фазу с повышенным разбрызгиванием; дугу «затягивает» внутрь металла. Особенности технологии *SpeedPulse* являются высокая скорость сварочного процесса (увеличение составляет до 40-45%) и резкое снижение удельного тепловложения [9].

1.2 Новые технологии в сварочном производстве

Новые технологии в сварке ориентированы на улучшение показателей процесса и повышение качества сварного соединения, а именно: уменьшение деформации металла; увеличение производительности процесса сварки; экономию расходных материалов; облегчение и упрощение управлением процессом сварки, внедрение цифровизации, роботизации процессов сварки; расширение возможностей соединения тонколистового металла различных марок; внедрение разработанных диагностических методик, применяемых для

контроля качества сварных соединений; использование нового оборудования [10].

Развитие проектов в нефтегазовой отрасли, в судостроении в районах с суровыми климатическими условиями (Арктический регион, Восточная Сибирь) выдвигает определенные требования к материалам, технологиям, оборудованию, которые должны сохранять конструкционную надежность, обладать коррозионной стойкостью и быть способными выдерживать циклические нагрузки. При изготовлении сварных конструкций в конечной себестоимости стоимость сварочных материалов составляет не более 1–2 %, при этом надежность и конечное качество металлоконструкций на 70–75 % определяется именно качеством сварных соединений [11]. Поэтому особое внимание уделяется вопросу повышения качества сварных соединений в условиях низких температур, что обусловлено рядом особенностей: снижением прочности сварных соединений, замедлением диффузионных процессов, изменением условий горения сварочной дуги. Формирование закалочных структур, а соответственно, повышение хрупкости металла в зоне их образования обусловлено увеличением скорости остывания металла сварочной ванны.

В основу технологии СМТ положена методика «холодного» переноса металла, то есть температура значительно ниже, чем при классическом процессе сварки. В процессе СМТ сварки тепловложение в зону сварки значительно уменьшается, что способствует отсутствию точечного перегрева металла, а следовательно, и отсутствию деформаций. Данный метод позволяет соединять разнородные металлы (например, сталь и алюминий, что объясняется небольшими затратами тепла в процессе сварки, также производится сварка цветных металлов (алюминий, магний), пайка листового металла с покрытием [12].

Сварка холодным переносом предусматривает движение проволоки в возвратно-поступательном режиме с высокой скоростью. Сварка производится короткозамкнутой дугой с систематическими прерываниями. В процессе сварки

электрод постоянно совершает движения, первоначально подается вперед на короткое время, возникает короткое замыкание. Контролируемое короткое замыкание прекращается за счет быстрого отодвигания проволоки из зоны сварки, после чего оно быстро повторно возвращается. В секунду электродом может совершаться до 70 движений в возвратно-поступательном режиме. Подобные перемещения электрода способствуют оптимизации условий, при которых происходит отделение капли расплавленного электродного металла, что в свою очередь исключает разбрызгивание, шов получается равномерный по плотности.

В процессе сварки уменьшается давление в сварочной дуге за счет попеременного действия («атаки») шва горячими и холодными импульсами. Минимальное разбрызгивание практически исключает необходимость механической обработки шва после сварки, это уменьшает трудоемкость промежуточных операций. Процесс СМТ сварки производится автоматизированными системами с компьютерным управлением процессом.

Наиболее современным направлением в развитии сварочных технологий являются технологии компьютерного моделирования процессов. Компьютерное моделирование обеспечивает разработку эффективных процессов сварки; способствует оптимальному использованию приспособлений; обеспечивает минимизацию образования деформаций в процессе сварки; позволяет получить информацию о зонах термического влияния с целью оценки качества свойств сварных швов. Моделирование процесса сварки производится на основе теплового расчета посредством калибровки виртуальных источников тепла вдоль сварного шва. Компьютерное моделирование сварочных процессов позволяет реализовать технологии, способы сварки, недоступные для выполнения сварщиком. При этом сварщик выступает в качестве оператора процесса, он задает параметры сварки, а программа выбирает оптимальные значения и осуществляет контроль качества сварного соединения [13].

Компьютерное управление процессом сварки позволяет регулировать его параметры. Для этого используются универсальные аппараты, оснащенные

программным управлением и периферийными устройствами. Одним из подобных аппаратов является портативный сварочный аппарат (созданный компанией *Lincoln Electric*). Устройство позволяет осуществлять восемь методов компьютерного управления, предусматривает восемьдесят вариантов применения этих методов для осуществления процесса сварки: управление электрической дугой, подбор оптимальных параметров режима сварки, а также управление роботизированными устройствами для выполнения сварочных работ [14]. Процесс идет с применением пульсирующей дуги. Производится сварка сталей, цветных металлов (алюминий, никель и др.). Рассмотрим некоторые из методов.

В процессе горения пульсирующей дуги *MIG/MAG-Puls* выделяются три этапа: возрастание силы тока до максимального значения; кратковременная выдержка при этом значении, в результате металл прогревается на значительную глубину, в результате чего на электроде происходит формирование капли расплавленного металла. В дальнейшем происходит снижение до стандартного значения величины силы тока, при этом значении происходит процесс сварки, то есть поддерживается устойчивое горение электрической дуги. Конус дуги сужается за счет увеличения частоты сварочного тока (при уменьшении частоты происходит расширение конуса). С целью заострения конца электрода осуществляется последний импульс, что способствует упрощению запуска дуги для очередного шва.

В методе *Puls-on-puls* предусмотрено применение комбинации импульсов разных энергий. Импульс высокой энергии способствует очистке и плавке материала. Импульс низкой энергии предназначен для охлаждения расплавленного материала, что способствует формированию волнистого шва, характеризующегося значительной плотностью.

RapidArc. Метод основан на применении четырех этапов регулировки импульса: увеличение до максимальных значений силы тока и напряжения, в результате формируются капли расплавленного металла; резкое уменьшение тока, при этом напряжение уменьшается частично, что способствует созданию

плазменного эффекта; резкое уменьшение напряжения, при неизменно низкой силе тока, это приводит к разрыву сварочной дуги, при этом капли стекают в сварочную ванну; после чего происходит пауза и подача нового импульса с высоким током и напряжением. Пауза, затем подача нового импульса с высоким напряжением и током. Данный метод позволяет осуществлять охлаждение расплавленного металла за счет отделения электрода от расплавленного металла сварочной ванны. Периодический обрыв дуги при снижении напряжения и уменьшении передачи тепла способствуют минимальному обгоранию металла, минимальному разбрызгиванию, при этом скорость сварки увеличивается на 30 % (при сварке углеродистой стали в обычном режиме средняя скорость до 45 см/мин, а метод *RapidArc* позволяет производить сварку со скоростью 60–65 см/мин) [14].

Процесс программирования сварки является наиболее перспективным. Разработки ведутся на основе применения электронно-лучевого принципа, используемого для соединения высокопрочных сплавов цветных металлов. Осуществляется процесс программирования вложений теплоты в контур разверстки пучка. Это обеспечивает возможность осуществления контроля и управления процессом проплавления металла, избегать вероятности образования дефектов [15]. В процессе сварки формируется шов с гарантированными свойствами.

Компьютерные технологии, применяемые в сварочном производстве, позволяют: производить расчет и оптимизацию режимов сварки посредством специализированных математических пакетов; выполнять чертежи деталей, конструкций, подлежащих сварке, производить оформление документации; моделировать различные процессы с целью управления распространением тепловых полей и деформаций, а также задавать параметры процесса сварки и работы сварочного оборудования; моделировать системы автоматизации сварки, системы программного управления процессом, создавать универсальные аппараты источники питания сварочной дуги [16].

1.3 Инновационные методы разработки технологии MIG/MAG сварки и организации сварочного производства с применением компьютерного моделирования

Последние десятилетия во многих отраслях промышленности растут требования к качеству выпускаемой продукции, производимой с применением сварочных работ. Особенно остро эта проблема стоит в отраслях, выпускающих единичную продукцию, когда нужно обеспечить качество ещё на стадии проектирования технологии (тяжелое машиностроение, транспортное машиностроение, V Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии и экономика в машиностроении» кораблестроение и т. п.). Такие производства не могут быть автоматизированы, что не позволяет исключить влияние человеческого фактора на качество продукции.

В качестве основных причин, затрудняющих обеспечение качества сварочных работ, можно указать следующие:

- технологические службы работают традиционно по старым справочникам советского времени и не в состоянии написать технологии с точным указанием режимов сварки того или иного процесса (указываются большие интервалы тока и напряжения сварщику, чтобы в любом случае сварщик принял самостоятельное решение и при этом официально не нарушил технологию). Это приводит к неконтролируемости процессов и невозможности влияния на качество, так как все зависит исключительно от сварщика на месте;
- неточное определение технологическими службами мест постановок технологических планок, распорок (также неточно проводится проектирование последовательности выполнения и протяженности сварных швов), что приводит к большим остаточным напряжениям и деформациям в конструкциях после сварки;
- низкая квалификация персонала, выполняющего сварочные работы.

Человеческий фактор – это самая главная причина, по которой не удастся наладить выпуск продукции с качеством на стабильно высоком уровне.

Решение проблемы повышения качества сварных конструкций может быть основано на применении современных методов компьютерного моделирования при технологической подготовке производства. В частности, предлагается следующий алгоритм организации процесса подготовки технологии сварки и проведения сварочных работ:

- формирование списка швов в изделии на основе рабочего проекта;
- расчет режимов сварки для всех швов; расчет эквивалентного источника теплоты;
- проведение расчетов сварочных деформаций конструкции. Выбор последовательности и длительности наложения сварных швов при условии минимальных сварочных деформаций;
- аттестация технологии: проведение сварки тестовых образцов для подтверждения рассчитанных режимов для всех швов изделия;
- проведение сварочных работ.

Формирование списка швов (1) – первый шаг алгоритма. После того, как рабочая конструкторская документация разработана, технолог сварочного производства разрабатывает технологическую документацию с описанием сварных швов для сварных узлов. Это трудоемкий процесс, занимающий длительный период времени. Сегодня существуют инструменты *PLM*-систем и систем управления проектными данными, с помощью которых можно автоматизировать процесс формирования списка швов. Этот список должен быть более подробным по сравнению с традиционно составляемым на производственных предприятиях. Кроме вида сварки, формы шва, его размеров и стандарта соответствия, этот список должен содержать подробную информацию для проведения компьютерного анализа свариваемости (идентификация шва в сборке, толщины, марки сталей, зазоры и пр.). Сформированный список сохраняется в структуре объектов САПР ТП сварочного производства.

Расчет режимов сварки (2) – на этом этапе проводится расчет режимов сварки для всех проходов множества швов в изделии, а также определяются параметры эквивалентных источников теплоты для каждого шва для последующего решения задачи определения сварочных деформаций. Суть метода эквивалентного источника заключается в том, что вместо сложной модели дуги в расчетные модели вводится источник теплоты с эквивалентными энергетическими параметрами. Таким образом эквивалентный источник позволяет рассчитать деформации, которые появляются в результате теплового воздействия электрической дуги на материал деталей сварных конструкций. Теоретический расчет энергетических параметров дуги весьма затруднителен. Поэтому необходимо разработать экспериментальный инженерный метод для определения основных параметров: общую мощность дуги и ее составляющие, длину и напряжение дуги, а также эффективный радиус теплового пятна дуги на поверхности кромок. Подобный метод для сварки плавящимся электродом в смеси защитных газов разработан и описан в работе [17]. Принципиально подобные методики могут быть предложены для любого вида сварки. С помощью указанной методики авторами было разработано программное обеспечение для расчета технологических параметров электрической дуги при сварке плавящимся электродом в смеси защитных газов. С помощью этого программного обеспечения можно проводить расчеты режимов сварки (мощность дуги, напряжение, ток, скорость подачи проволоки, скорость сварки пр.), а также поля температур и размеры сформированного сварного шва, параметры эквивалентного источника теплоты. Для построения эквивалентного источника применяется модель Голдака [18]. Методика определения параметров эквивалентного источника описана в работе [19]. Интерфейс программы и сравнение расчетных значений размеров шва с экспериментом показаны на Рисунке 2. По результатам расчетов формируются отчеты, которые сохраняются с помощью САПР ТП сварочного производства.

Проведение расчетов сварочных деформаций (3) – этап, который необходим для разработки сварочной технологии изделия –

последовательности выполнения сварочных швов и расстановки технологических планок и приспособлений. Наиболее сложной проблемой, с которой приходится сталкиваться специалистам сварочного производства в Российской Федерации сегодня – это выбор технологии, позволяющей минимизировать сварочные деформации. Коробление конструкций приводит к дорогостоящим попыткам исправления брака, который не всегда удается устранить и изделия производятся заведомо низкого качества. Наиболее распространенный способ разработки технологий при этом – экспериментальный подбор режимов и последовательности сварки в тех случаях, когда это возможно. Этот подход неэффективен, дорого обходится и не всегда приносит результат. Развитие компьютерных технологий позволяет широко использовать расчетные методы и моделирование сварочных процессов. Сегодня на мировом рынке инженерного программного обеспечения представлены коммерческие программные комплексы для проведения расчетов сварочных деформаций. Среди них следует упомянуть специализированные системы инженерного анализа для моделирования сварочных технологических процессов *SYSWELD* и *Simufact Welding*, а также системы конечно-элементного анализа общего назначения *ABAQUS*, *ANSYS*, *MSC.Marc*. Все эти комплексы основаны на применении метода конечных элементов, недостатком которого является высокая трудоемкость решения технологических задач, что ограничивает сложность конструкций, поддающихся расчетам в приемлемые для условий производства временные рамки. В зависимости от точности моделирования могут быть проведены расчеты для относительно простых конструкций размерами от нескольких метров до нескольких десятков метров. Для многоэлементных конструкций большего размера необходимы более простые методы расчёта деформаций. Фактор времени играет существенную роль в этих задачах, поскольку для поиска оптимальной последовательности сварки необходимо провести анализ большого числа вариантов [20].

1.4 Технология *EWM ForceArc*: принцип работы и преимущества

Современное производство требует решения все новых и новых задач, которые раньше считались нерешаемыми. Со временем повышаются требования к качеству и производительности сварочных процессов. Особенно остро эта проблема стоит при сварке массивных толстостенных конструкций (балок, резервуаров, трубопроводов и многие другие). Ведь именно в этих процессах сварка занимает наибольшее количество времени. Процесс сварки растягивается на долгие часы, дни, недели. Для ускорения процесса (естественно, без потери качества) и была создана технология *forceArc*.

Технология *forceArc* базируется на двух, на первый взгляд, простых особенностях.

Большой вылет.

Большой вылет электродной проволоки позволяет вести сварку при меньшей разделке кромок. Но увеличение вылета вызывает увеличение длины дуги и, как следствие, увеличения коэффициента разбрызгивания. Но *EWM* сумели решить эту проблему. Решение заключается в крайне точном контроле проволоки и, соответственно, длины дуги, что благотворно влияет на показатель разбрызгивания. К достоинствам короткой дуги так же следует прибавить уменьшенную зону термического влияния при большой проникающей способности при малой зоне термического влияния (рисунок 1.1).

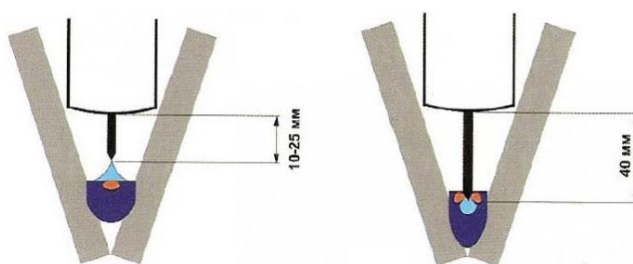


Рисунок 1.1 – Вылет стандартной *MIG/MAG* проволоки и сварки по технологии *ForceArc*

Высокая сила тока.

Второй проблемой при сварке толстостенных конструкций является необходимость постоянного глубокого проплавления и большого количества наносимого металла. Выход тут один – повышение силы тока. А для уменьшения образования брызг процесс сварки происходит посредством струйного переноса с короткими замыканиями. По сравнению с базовыми капельным и мелкокапельным переносами, он отличается крайне низким коэффициентом разбрызгивания (рисунок 1.2).

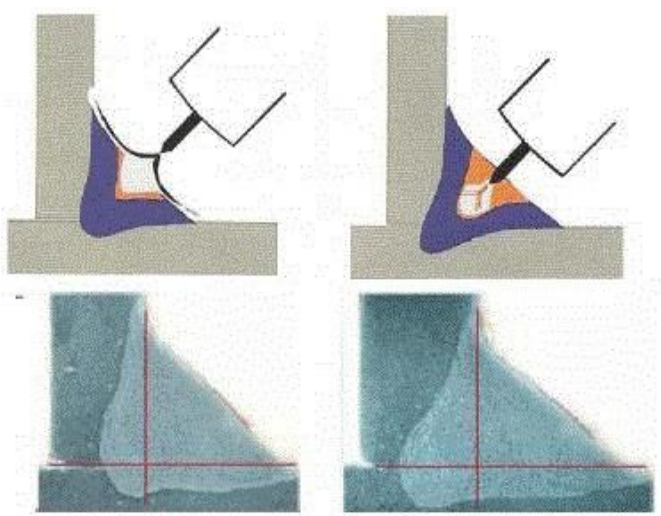


Рисунок 1.2 – Сравнение проплавления обычной *MIG/MAG* сварки и метода *ForceArc*

Рассмотрим процессы на практике:

Очевидно, что технологии *forceArc* и *forceArc puls* позволяют решать задачи, которые не под силу устаревшему оборудованию, поэтому позволяют значительно повысить конкурентоспособность вашего производства, ведь недорогой качественный шов всегда более востребован, чем дорогой и некачественный.

Сварку по технологии *forceArc* позволяют вести многие машины, как компактные и легкие, так и большие и производительные [21].

1.5 Заключение

Сварка модулированным током позволяет улучшить формирование шва во всех пространственных положениях, повысить механические свойства, сварных соединений, улучшить дегазацию сварочной ванны, снизить сварочные деформации. Технология СМТ сварки позволяет снижать тепловложение в зону сварки, что приводит к отсутствию точечного перегрева металла, а в итоге и к отсутствию деформаций. Повысить качество сварных конструкций можно за счет применения современных методов компьютерного моделирования при технологической подготовке производства.

Технология *forceArc* позволяет уменьшить зону термического влияния и снизить коэффициент разбрызгивания. Предлагается использовать сварочное оборудование, поддерживающее данную технологию.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Основание механизированной крепи МКЮ.2У.75 является сложной сварной конструкцией и выполняет функцию опорной части секции крепи, которое опирается на породы почвы.

Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.МКЮ.2У.175.00.000 СБ. Спецификация основания приведена в приложении Б. Габаритные размеры изделия: 2715 мм×1416 мм×430 мм.

Масса, кг: 2020 кг.

Основание подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Сборка основания выполняется в соответствии с ОСТ 12.44.107-79 «Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению»; Приказ от 11.12.2020 года № 519 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».

РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

Настоящий документ составлен по результатам анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварочных материалов в соответствии с «Порядком применения сварочных материалов при

изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (РД 03-613-03)» и содержит рекомендации, которые разъясняют некоторые положения указанного документа и унифицируют методологию выполнения и оформления работ [22].

РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

Документ устанавливает порядок проведения аттестации сварочного оборудования, используемого при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, а также порядок оформления результатов аттестации этого оборудования и применяется в части, не противоречащей действующим законодательным и иным нормативным правовым актам [23].

РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

Настоящий документ устанавливает порядок применения технологий сварки (наплавки), предназначенных для использования и/или используемых при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов, а также требования и условия проведения испытаний, аттестации и оформления их результатов. [24]

РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Зазоры между деталями, собранными под сварку, смещения кромок деталей при стыковой сварке и геометрические размеры сварных швов должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 [25].

Изделия, не принятые техническим контролем, на сборку под сварку не допускаются.

Кромки изделий, подлежащие сварке, и прилегающие к ним поверхности, а также места под контактную сварку должны быть сухими и не иметь сплошной и подповерхностной коррозии, литейного пригара, любых покрытий и загрязнений на ширине, превышающей не менее чем на 10 мм величину катета или ширину сварного шва.

Шероховатость поверхностей торцов не должна быть более параметра R_z 80 мкм [25].

2.2.2 Требования к сварке и прихватке

Соединение деталей при сборке стальных конструкций следует производить посредством прихваток, которые накладываются в местах расположения швов, и приваркой технологических креплений.

Прихватки, выполненные в случае необходимости вне расположения швов, и технологические крепления после сварки должны удаляться и зачищаться до основного металла, кроме случаев, оговоренных в чертеже. Прихватки, расположенные между участками прерывистого шва, допускается не удалять.

Размеры сечения прихваток должны составлять 0,7 размеров сечения шва, но не более 6 мм (при последующей сварке прихватки должны быть перекрыты швом). Прихватки с катетом более 6 мм оговариваются в технологической документации.

Прихватки необходимо выполнять теми же материалами, что и сварной шов, по режимам, установленным для сварки.

При дуговой сварке под флюсом и в среде углекислого газа допускается дуговая прихватка электродами.

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла [25].

Порядок наложения швов и режимы сварки должны обеспечивать минимальные сварочные напряжения и деформации.

При двухсторонней сварке с разделкой кромок перед наложением шва с обратной стороны корень шва должен быть удален до «здорового» металла.

При выполнении сварки прерывистым швом концы деталей должны быть проварены независимо от шага шва.

По окончании сварочных работ сварные швы должны быть очищены от шлака и брызг металла.

Сверка стальных конструкций должна производиться лицами, имеющими удостоверение, в квалификация которых соответствует выполняемой работе.

Сварочные работы должны производиться, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре окружающего воздуха [25].

Предельные отклонения несопрягаемых размеров, получающихся после сварки, не должны превышать значений, указанных в таблице 2.1 [25].

Таблица 2.1 – Предельные отклонения несопрягаемых размеров

Интервал номинальных размеров, мм	Предельные отклонения размеров между поверхностями, ±	
	обработанными резанием	не обработанными резанием
1	2	3
До 180 вкл.	1,5 мм	2,0 мм
Св. 180 до 260 вкл.	1,5 мм	2,5 мм
" 260 " 500 "	2,0 мм	3,0 мм
" 500 " 3150 "	$\frac{JT16}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79	$\frac{JT17}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79
"3150 " 10000"	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75
Примечание. Если требуемую точность конструкции невозможно обеспечить сваркой, то ее следует достигать за счет последующей обработки резанием.		

2.2.3 Требования к сборке сварного изделия

В серийном и массовом производствах оборка под сварку должна производиться на сборочных плитах, стендах, стеллажах, в кондукторах, переналаживаемой оснастке УСП и других приспособлениях, обеспечивающих требуемое расположение деталей.

Простейшие неответственные конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем [25].

2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев

Для предупреждения образования трещин сварку первого корневого слоя многопроходного шва соединений с разделкой кромок необходимо выполнять с соблюдением следующих условий:

- сварку производить на пониженном режиме (в соответствии с данными табл. 13 и 16 рекомендуемого приложения 5) [26];
- при сварке проволокой диаметрами 1,2 мм высота валика не должна быть менее 5 мм.

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака [25].

Сварные соединения элементов с толщиной стенки более 6 мм подлежат маркировке с указанием шифров клейм сварщиков, позволяющих идентифицировать сварщиков, выполнявших сварку. Необходимость и способ маркировки сварных соединений с толщиной стенки менее 6 мм устанавливаются требованиями ПТД. Способ маркировки должен исключать наклёп, подкалку или недопустимое уменьшение толщины металла и обеспечить сохранность маркировки в течение всего периода эксплуатации технического устройства.

При выполнении сварного соединения несколькими сварщиками на нем должны быть поставлены клейма всех сварщиков, участвовавших в сварке.

При выполнении всех сварных соединений одним сварщиком допускается указывать шифр клейма сварщика в доступном для осмотра месте, заключённом в рамку, наносимую несмываемой краской. Место маркировки в таком случае должно быть указано в паспорте технического устройства [27].

2.2.6 Требования к оформлению документации

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами.

ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль». ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы». ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки». ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка».

2.2.7 Требования к контролю

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- ВИК с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100 %.
- неразрушающими методами (капиллярный метод контроля) в объеме предусмотренным чертежами КД и НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), которые приведены в приложении 14 [25].

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим

точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям табл. П14.1 [28].

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

По результатам радиографического контроля швы сварных соединений конструкций должны удовлетворять требованиям таблицы П14.2 и П14.3 [26], а по результатам ультразвукового контроля - требованиям таблица П14.4 [26].

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади (см. таблица П14.4 [28]). При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка.

В соединениях, доступных сварке с двух сторон, а также в соединениях на подкладках суммарная площадь дефектов (наружных, внутренних или тех и других одновременно) на оценочном участке не должна превышать 5 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

В соединениях без подкладок, доступных сварке только с одной стороны, суммарная площадь всех дефектов на оценочном участке не должна превышать 10 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

Сварные соединения, контролируемые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды.

2.3 Методы проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме современные способы импульсно-дуговой сварки.

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки основания, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления основания и проектирование сварочного участка.

Задачами данной выпускной квалификационной работы является: изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Основание – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литых деталей изготовленная из следующих марок стали: 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД и 35Л.

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в процентном соотношении [29]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>Al</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
							Не более			
0,12-0,18	1,4-1,9	0,4-0,7	0,1-0,4	0,01-0,02	0,04-0,08	0,01-0,05	0,05	0,3	0,035	0,02

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [29]

σ _т , МПа	σ _в , МПа	δ _б , %	КСУ40 МДж/м ²
490-735	590-835	16	59

Химический состав и механические свойства стали 12ДН2ФЛ приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав в процентном соотношении стали 12ДН2ФЛ (ГОСТ 977-88) [30]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>V</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
						не более	
0,08-0,16	0,4-0,9	1,8-2,2	0,2-0,4	1,2-1,5	0,8-0,15	0,035	0,035

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 12ДН2ФЛ [30]

σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU_{40} кДж/м ²
638	540	12	20	294

Химический состав и механические свойства стали 35Л приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 35Л в процентном соотношении (ГОСТ 1050-88) [30]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>V</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
0,32-0,40	0,45-0,90	0,2-0,52	-	-	-	Не более	
						0,04	0,045

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 35 [30]

σ_T , МПа	σ_b , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU_{40} МДж/м ²
275	491	15	25	34

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав стали 10ХСНД, в процентном соотношении (ГОСТ 19281-89) [30]

<i>C</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	<i>N</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>
Не более									
0,12	0,035	0,040	0,08	0,012	0,8-1,1	0,5-0,8	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6

Таблица 3.8 – Механические свойства стали 10ХСНД [30]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU_{40} МДж/м ²
390	530-685	19	-	39

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [31].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъемное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-

химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия [32]:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить [32]:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [32]:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [32]:

$$C_{\text{экв}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев,

а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (1,4/6) + (0,4/24) + (0,3/10) + (0,05/5) + (0,04/14) = 0,30 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 12ДН2ФЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,08 + (0,4/6) + (0,2/24) + (1,8/10) + (1,2/5) + (0,08/14) = 0,28 \%$$

Сталь 12ДН2ФЛ – для отливок легированная ГОСТ 977-88 [33]. Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93 [29]. Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ 19281-73 [33]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [33]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Сталь 35 является углеродистой ГОСТ 1050-74 [33]. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладают удовлетворительной свариваемостью. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу. Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается

несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД и 35Л рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [30]. Согласно проведенному обзору литературы выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010, с использованием технологии *ForceArc*.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 и Св-08ГСМТ ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки в процентном соотношении [34]

Марка проволоки	Химический состав							
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
	не более							
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	-	0,025	0,02	0,025	0,03
Св-08ГСМТ	0,06-0,11	1,00-1,30	0,40-0,70	0,05-0,12	0,3	0,3	0,025	0,03

Таблица 3.10 – Механические свойства металла шва [35,36]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	KCU , кДж/см ²	
			20 ⁰ С	-20 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	12	100	60
Св-08ГСМТ	560	24	-	109

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010

3.2 Технологические режимы сварки

Сварочный аппарат *EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM* характеризуются наличием цифрового синергетического управления. Режимы сварки (сила тока и напряжение) зависит от толщины металла, используемом защитном газе и диаметре проволоки.

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки нужен аппарат, поддерживающий необходимую технологию сварки и сварочный ток. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный аппарат *EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM* [37]. Технические характеристики сварочного аппарата *EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM* показаны в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Технические характеристики сварочного аппарата *EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM* [37]

Наименование параметра	Значение
1	2
Основные параметры	
Напряжение сети:	380 В (300-480)
<i>MIG/MAG</i> сварочный ток:	5 - 400 А
Ток в режиме <i>TIG</i> :	5 - 400 А
Ток в режиме <i>ММА</i> :	5 - 400 А
Напряжение холостого хода:	80 В
Максимальное давление, бар:	3.50 бар
Дополнительные параметры	
<i>TIG</i> ток при ПВ 100%:	400 А
Класс защиты:	IP23
Коэффициент мощности ($\cos\varphi$):	0,99
КПД:	90
Потребляемая мощность:	17,50 кВА
Габаритные размеры:	625x300x535
Вес:	41 кг.
Рекомендуемая мощность генератора:	25 кВт
<i>ММА</i> ток при ПВ 100%:	400 А
<i>MIG/MAG</i> ток при ПВ 100%:	400 А
Количество роликов в подающем механизме:	4
Скорость подачи проволоки (<i>min</i> - <i>max</i>):	0,5-25 мм/сек
Класс изоляции:	Н
Сетевой предохранитель:	32
Производительность, л/мин:	5 л/мин
Колеса:	Есть

Продолжение таблицы 3.11

1	2
Расположение подающего устройства:	Снаружи
Гарантийный срок:	3
ПВ %:	100
Частота сети, Гц:	50/60 Гц
Тип источника:	Инвертор
Дисплей:	Есть

Описание.

Модульный инверторный аппарат для импульсной сварки *MIG/MAG* с отдельным механизмом подачи проволоки. Панель управления *Expert 2.0* с интуитивно понятным руководством для пользователя на *LCD*-дисплее и индикацией всех параметров сварки и функций в виде текста. Отличные характеристики сварки с технологией *Multimatrix*. Настройка функций заварки кратера в начале и в конце шва. *Synergic* или ручной режим сварки. В базовой комплектации доступны сварочные характеристики *Synergic*, сертифицированные согласно *EN 1090*, для технологий *EWM forceArc*, *EWM forceArc puls*, *EWM rootArc*, *EWM rootArc puls* и *superPuls*. В базовой комплектации доступны сертифицированные согласно *EN 1090* сварочные характеристики *Synergic* для сварки стали, хромоникелевых сплавов и алюминия в среде защитного газа. В базовой комплектации доступны режимы сварки стержневыми электродами, сварки *TIG* и строжки. Плавная регулировка динамики сварочной дуги (дресселирование). Большой резерв мощности, достигаемый за счет высокой продолжительности включения, позволяет уменьшить тепловую нагрузку на все компоненты и увеличить срок службы аппарата. Защита от брызг воды *IP23*. Высокоточный, мощный 4-роликовый привод механизма подачи проволоки *EWM eFeed* для надежной подачи порошковой проволоки и проволоки сплошного сечения всех типов. Оснащение для стальной проволоки 1,2 мм. Отличное охлаждение горелки благодаря

мощному центробежному насосу и 5-литровому баку с водой (модуль охлаждения *cool 50*), что позволяет уменьшить расходы на изнашивающиеся части. Экономия электроэнергии благодаря высокому КПД и функции энергосбережения. Простая смена полярности сварочного тока без инструментов. Контроль замыкания на землю (защитный проводник PE). Большие допуски колебаний сетевого напряжения (от +20 до -25 %) обеспечивают абсолютную пригодность для работы от генератора. Идеально подходит для использования с длинными шланг-пакетами. Возможность подключения дистанционного регулятора и функциональной горелки. Благодаря технологии *Multimatrix* в качестве опции имеется возможность объединения аппаратов в сеть через *LAN* или *WiFi*, возможность установки ПО *Xnet*. Возможность поставки тележки *Trolly 55-5* и модуля охлаждения *cool50*. Предварительно установленные языки меню панели управления: немецкий, английский, французский, итальянский, нидерландский, польский, датский, латышский, русский, испанский, чешский, шведский, бразильский, португальский, турецкий, венгерский, румынский.

Однокнопочное управление на панели *Synergic*.

Настройка рабочей точки одной кнопкой на панели *Synergic*. Простой предварительный выбор задания *JOB* (материал, газ, диаметр проволоки). В базовой комплектации доступны аттестованные согласно *EN 1090* сварочные характеристики *Synergic* для методов *EWM forceArc*, *forceArc puls*, *rootArc*, *rootArc puls* и *superPuls*. В базовой комплектации доступны аттестованные согласно *EN 1090* сварочные характеристики *Synergic* для сварки стали, хромоникелевых сплавов и алюминия в среде защитного газа. В базовой комплектации доступны режимы сварки стержневыми электродами, сварки *TIG* и строжки.

Настраиваемые параметры и функции сварки.

Индикация всех параметров сварки и функций в виде текста.

Управление правами доступа для разных уровней системы управления с помощью *Xbutton*.

Настройка всех параметров в ходе выполнения программы сварки.

Режимы работы: 2-тактный, 4-тактный.

2-тактный специальный и 4-тактный специальный с настраиваемой программой заварки кратера в начале и в конце шва.

Функция точечной сварки и сварки прихватками.

16 программ для каждого задания (*JOB*).

Функция энергосбережения (переход в энергосберегающий режим нажатием кнопки).

Электронная регулировка защитного газа с контролем расхода (опция).

LCD-дисплей с различными меню [37]:

- отображение и изменение хода выполнения программы сварки;
- информация о выбранном сварочном задании, например номер *JOB*, метод и т. п.;
- сварочный ток, сварочное напряжение;
- скорость подачи проволоки;
- предварительно выбранная толщина листа;
- индикация эффективной мощности сварочной дуги для расчета погонной энергии;
- заданные, фактические и запомненные значения;
- режимы работы;
- сообщения о состоянии;
- номер программы;
- ток двигателя (привод механизма подачи проволоки), индикация нарушений подачи проволоки;
- электронное регулирование расхода газа.

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении основания применяются: плита сборочно-сварочная с элементами крепления (она служит для легкой установки и фиксации деталей) и позиционер обеспечивающий поворот изделия для легкой установки и сварки деталей.

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Производственный процесс изготовления основания состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной.

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Операционный контроль сварочных работ

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется [39]:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется [39]:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится [39]:

- внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40°C до минус 65°C включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади. При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка [39].

Для ВИК применяются: штангенциркуль ШЦ-2-1600, лупа 7-х, линейка L1000, угольник и Шаблон Ушера-Маршака.

В качестве инструкции по капиллярного методу контроля руководствуемся РД-13-06-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах» [40].

Капиллярному контролю подлежат сварные швы, обозначенные ** на чертеже изделия.

Капиллярный контроль (метод красок) проводят в целях выявления поверхностных несплошностей: трещин, пор, шлаковых включений, раковин, межкристаллитной коррозии, коррозионного растрескивания и других несплошностей, а также места их расположения, протяженности и характера распространения.

Необходимыми условиями для проведения капиллярного контроля являются: наличие доступа к контролируемой поверхности для обработки ее дефектоскопическими материалами и возможностью достаточного освещения (не менее 500 Лк), приемлемые уровни температур окружающего воздуха и контролируемой поверхности.

При контроле сварных соединений контролируемая зона включает всю поверхность сварного шва, а также примыкающие к нему участки основного материала (зону термического влияния) в обе стороны от шва шириной такой же, как при ВИК.

Для проверки чувствительности дефектоскопических материалов применяют контрольные образцы.

В качестве набора для проведения капиллярной дефектоскопии основание МКЮ.2У.75 применяется набор от компании Sherwin [36]. В состав набора входят три составляющих:

Пенетрант *DP-51* Sherwin. Универсальный красный пенетрант для капиллярной дефектоскопии в среднем температурном диапазоне. Пенетрант *DP-51* соответствует 2 классу чувствительности по ГОСТ 18442-80. Пенетрант не вызывает коррозии, легко смывается водой и совместим с металлическими материалами. Основные характеристики пенетранта *DP-51*: температура применения - от +10 до + 50°C, время проникновения в полость дефекта – от 5 до 30мин в зависимости от температуры, средний расход – 150мл. на 1кв.м. Упаковка – аэрозольные баллоны 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25л. [41]

Универсальный очиститель *DR 60 Sherwin* используется для очистки контролируемой поверхности и удаления избытков пенетранта после его нанесения. *DR 60* используется с любыми металлами и большинством полимерных изделий, очиститель *DR 60* может применяться с любыми пенетрантами *Sherwin*. Основные характеристики очистителя *Sherwin DR-60*: температура применения - от 0 до + 50°C, температура замерзания -15°C. Расход очистителя сильно зависит от типа поверхности и ее загрязненности. Упаковка – аэрозольные баллоны по 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25л. [41].

D-100 Sherwin – универсальный, спиртовой проявитель белого цвета, использующийся для выявления следов пенетранта при средних температурах. Обязательным условием применения, является распыление проявителя только при помощи аэрозольного баллона или специального пульверизатора. Основные характеристики проявителя *Sherwin D-100*: температура применения - от 0 до + 50°C, время индикации дефекта – от 1-10 мин, средний расход – 150мл. на 1кв.м. Упаковка – аэрозольные баллоны по 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25л. [41].

Капиллярный контроль проводится в следующей последовательности [40]:

- нанесение индикаторного пенетранта;
- удаление индикаторного пенетранта с контролируемой поверхности;
- сушка поверхности объекта контроля;
- нанесение и сушка проявителя пенетранта;
- осмотр контролируемой поверхности и регистрация дефектов;
- удаление проявителя.

После устранения выявленных дефектов проводится повторный контроль в указанной последовательности.

Результаты контроля оцениваются в соответствии с нормами допустимости дефектов, предусмотренными документацией на изготовление,

строительство, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию или техническое освидетельствование.

При возникновении сомнительных мест с ложными индикациями индикаторный след удаляется и проводится визуальный осмотр с применением лупы 2-7-кратного увеличения. В сомнительных случаях проводится повторный контроль [40].

3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [42].

Разработка технологических процессов включает [42]:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты [42]:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;

- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [42]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки;
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

Сначала на плиту устанавливаются листы нижние поз. 3 (2 шт.), детали прижимаются к приспособлению затем на него устанавливают опоры поз. 62 (2 шт.). Далее устанавливаются прогоны внутренние поз. 5, поз. 6. После этого устанавливаю портал поз. 14, прогон наружный поз. 4 (2 шт.), проушины центральные поз. 33 (2 шт.), распорки поз. 16 (4 шт.), стенки задние поз. 15 (4 шт.), листы задние поз. 12 и поз. 13, носки поз. 8 и поз. 9. Детали фиксируются винтовыми прижимами. Детали во время установки прихватываются и

свариваются. Окончательная сборка-сварка производится на позиционере. По окончании сварки производится слесарная обработка и контроль.

Технологический процесс производства основания приведен в приложении А.

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно – технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [43]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \times L + t_{в.и}. \quad (3.2)$$

где, $T_{н.ш-к}$ –неполное штучно-калькуляционное время;

L – длинна сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва [43]:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \times (1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}), \quad (3.3)$$

где, T_o –основное время сварки;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длинны сварного шва.

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времен.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [43].

$$T_o = \frac{F_l \times g \times 60}{I_l \times a} + \frac{F_n \times g \times 60}{I_n \times a} \times n. \quad (3.4)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²,

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера рассчитаем Время сварки для шва №20 нестандартный с толщиной стенки 20 мм:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} + \frac{30,2 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} \times 2 = 7,1 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса детали поз. 3 (2 шт.) $m_1=165,2$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1= 1,8 \times 2=3,6$ мин.; прижатие деталей к плите сборочной $t_2=1,1$ мин.; масса детали поз. 62 (2 шт.) $m_2=67,1$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3=1,6 \times 2=3,2$ мин.; контроль мастера $t_4=3,1$ мин.

$$t_{\text{в.и}} = 3,6 + 1,1 + 3,2 + 3,1 = 11 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Предварительный подогрев $t_1= 5,8$ мин.; отпуск $t_2=5$ мин.; клеймение $t_3=2,1$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$1) \quad 0,1 \times 46 = 4,6 \text{ мин.},$$

$$2) \quad t_{\text{в.и}} = 5,8 + 5 + 2,1 + 4,6 = 17,5 \text{ мин.},$$

$$3) \quad T_{\text{нш-к}} = (7,1 + 0,75) \times \left(1 + \frac{17}{100} \right) = 9,9 \text{ мин.},$$

$$4) \quad T_{\text{ш}} = 9,9 \times 1,36 + 17,5 = 31 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 020

Контроль $t_1= 19$ мин.

$$t_{\text{в.и}} = 19 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 025

Масса детали поз. 5 $m_1=109,9$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1= 1,8$ мин.; масса детали поз. 6 $m_2=109,9$ кг; установка детали

кран-балкой на приспособление $t_2=1,8$ мин.; масса детали поз. 14 $m_3=74,5$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3=1,6$ мин.; масса детали поз. 4 (2 шт.) $m_4=112,48$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_4=1,8 \cdot 2=3,2$ мин.; масса детали поз. 33 (2 шт.) $m_5=10,9$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_5=0,71 \cdot 2=1,42$ мин.; масса детали поз. 15 (4 шт.) $m_6=9,78$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_6=0,6 \cdot 4 = 2,4$ мин.; масса детали поз. 12 $m_7=6,8$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_7=0,56$ мин.; масса детали поз. 13 $m_8=6,8$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_8=0,56$ мин.; масса детали поз. 8 $m_9=7,4$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_9=0,56$ мин.; масса детали поз. 9 $m_{10}=7,4$ кг; установка детали осуществляется кран-балкой на приспособление $t_{10}=0,56$ мин.; фиксация винтовыми прижимами, эксцентриковыми прижимами и прижимами шаблонами $t_{11}=10,8$ мин.; масса детали сб. ед. поз. 1 $m_{11}=108,6$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_{12}=1,8$ мин.; контроль исполнителем $t_{13}=6,5$ мин.

$$t_{\text{с.и}} = 1,8+1,8+1,6+1,8 \times 2+0,71 \times 2+0,6 \times 4+0,56+0,56+0,56+0,56+10,8+1,8+6,5= \\ =33,96 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания

№ опер.	Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	Тшт, мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборочная	11
015	Сварочная	24,52

Продолжение таблицы 3.12

020	Контроль	19
025	Сборочная	33,96
030	Сварочная	600,46
035	Слесарная	12
040	Контроль	21
045	Сборочная	33,82
050	Сварочная	6525,75
055	Контроль	11,3
057	Перемещение	4
060	Сборочная	37,89
065	Сварочная	769,49
070	Контроль	18
075	Сборочная	32,94
080	Сварочная	441,24
085	Слесарная	274,8
090	Контроль	23,5
095	Контроль ЦЗЛ	30,2
100	Мехобработка	-
105	Сборочная	1,92
110	Сварочная	8,91
115	Слесарная	2,4
120	Контроль	11,6
Итого:		3049,69

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_m = m \times k_o, \quad (3.5)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [44];

$$m_m = 2020 \times 1,3 = 2626 \text{ кг}.$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки [31]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р. п.}} \times (1 + \psi_p) \times M_{\text{НО}}, \quad (3.6)$$

где $K_{\text{р. п.}}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{\text{р. п.}} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{\text{р. п.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{\text{н.о.}}$ – масса наплавленного металла;

Для проволоки Св-08ГСМТ:

$$M_{\text{ЭП}} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 15,992 = 18,119 \text{ кг}.$$

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{\text{ЭП}} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 143,931 = 163,074 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [31]:

$$Q_{3.Г.} = q_{3.Г.} \times t_c, \quad (3.7)$$

где, $q_{3.Г.}$ – расход защитного газа.

$$Q_{3.Г.} = 17 \times 2409 = 40957 \text{ м}^3.$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [31]:

$$W_{TЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.8)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{мэ} = W_{мэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.9)$$

где $W_{TЭ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт·ч;

$$W_{TЭ} = \frac{26 \times 260 \times 4,015}{0,9} + \frac{32 \times 400 \times 36,139}{0,9} + 0,4 \times \left(\frac{40,154}{0,7} - 40,154 \right) = 597230 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{TЭ} = 597,23 \times 5,63 = 3362,4 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [45].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении основания используются приспособление сборочно-сварочное, которое состоит винтовых и эксцентриковых прижимов, шаблонов, откидных прижимов.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Закрепление деталей на сборочно – сварочное приспособление осуществляется винтовыми фиксаторами. Резьбовое крепление – самое распространенное в конструкции приспособлений. Резьба может применяться самая разнообразная, но рекомендуется метрическая. Такая резьба, обеспечивая условие самоторможения. Усилие зажима P , кгс, определяется по формуле [46]:

$$P = \frac{Q \times L}{r_{cp} \times \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + 0,3 \times m \times d_1}, \quad (4.1)$$

где Q – усилие на ключе или рукоятке, Н;

L – радиус рукоятки, мм;

r_{cp} – средний радиус резьбы, мм.;

α – угол наклона резьбы, градус;

ρ – угол трения в резьбовой паре, градус (для метрической резьбы $\rho = 6^\circ 34'$);

μ – коэффициент трения скольжения на торце винта, $\mu = 0,1$;

d_1 – диаметр контактного кольца между винтом и пятой, мм.

Угол трения в резьбе зависит от вида резьбы. Приведенный угол трения определяется выражением:

$$\rho = \frac{f}{\cos \beta}, \quad (4.2)$$

где $f = 0,1$ – коэффициент трения скольжения;

β – половина угла при вершине профиля резьбы. Для метрической резьбы $\beta = 30^\circ$, тогда $\rho = 6^\circ 40'$.

Определим усилие зажима, передаваемое болтом. Для болта диаметром 14 мм усилие на рукоятке $Q = 10$ Н.; средний радиус резьбы $r_{cp} = 6,46$ мм.; вылет рукоятки $L = 0,15$ м.; угол подъема винтовой линии $\alpha = 2^\circ 28'$.

$$P = \frac{10 \times 0,15 \times 10^3}{6,46 \times \operatorname{tg}(2^\circ 28' + 6^\circ 40') + 0,3 \times 0,1 \times 14} = 585 \text{ кгс.}$$

4.3 Порядок работы приспособлений

На позиционер устанавливается приспособление сборочно – сварочное позволяющие собирать и закреплять основание винтовыми фиксаторами. Позиционер дает возможность повернуть и наклонить основание в любое положение, благодаря чему возможно легко установить детали и выполнить сварочные операции в нижнем положении.

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

5.1.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [47].

Для проектируемого участка сборки и сварки рамы перекрытия принимаем схему компоновки производственного процесса с продольно-поперечным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [42].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [42]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_o}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d — действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \times T, \quad (3.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N=500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операции 010-055

$$T_r = 500 \times \frac{1392,8}{60} = 11607 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3660 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{11607}{3762} = 3,08,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 4$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{3,08}{4} = 0,771.$$

– для операции 060-120

$$T_r = 500 \times \frac{1652,89}{60} = 13774 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{13774}{3762} = 3,66,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 4$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{3,66}{4} = 0,915.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 11607 + 13774 = 25381 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1739 \text{ ч.,}$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{яв} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{25381}{1976} = 12,84. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{яв} = 13$. В первую смену работает 8 человек, а во вторую смену работает 5 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{сп} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{25381}{1739} = 14,59. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{сп} = 15$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 4;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 2;

Счетно-контторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [47].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [47]:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;
- административно – конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположены одиннадцать сборочно-сварочных приспособлений, сварочный аппарат *EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q = 2$ т и краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления основания крепи механизированной ФЮРА.МКЮ.2У.175.00.000 СБ.

Основание ФЮРА.МКЮ.2У.175.00.000 СБ входит в состав крепи механизированной МКЮ.2У.75. Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.175.00.000 СБ, на котором имеются откидные винтовые прижимы и упоры предназначенные для фиксации

свариваемых деталей сборочной единицы. Так же для коттовки сб. ед применяется позиционер.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный аппарат *EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM*

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.10.

Определение приведенных затрат производят по формуле [48]:

$$Z_{\pi} = C + E_n \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/ед.год.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов:

$$K = K_o + K_{\pi} + K_{\pi.o.} + K_{зд}, \quad (6.2)$$

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

K_{π} – стоимость приспособлений;

$K_{\pi.o.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{зд}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [42]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot m_{oi}, \quad (6.3)$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [49]

Наименование оборудования	Цо, руб
<i>EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM</i> 8 шт.	651671

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб. · год
<i>EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM</i> <i>TDM</i> 8 шт.	5213368
Итого	5213368

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [42]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \times \Pi_j \times m_{nj}, \quad (6.4)$$

где $K_{\text{пр}j}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _{п.} шт	К _{пр.} руб/ед.год
Приспособление сборочно – сварочное	1413932	5	7069660
Плита	120000	4	480000
ИТОГО			7549660

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 2$ т. определяют по формуле:

$$K_{n.o.} = C_{n.o.} \cdot n_{n.o.}, \quad (6.5)$$

где $C_{n.o.}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$n_{n.o.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{n.o.} = 185000 \cdot 1 = 185000 \text{ руб.}$$

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [48]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{oi} \times K_f \times h \times C_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 242,38$ м²,

K_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $K_f=1$);

h – высота производственного здания, м, $h = 12$ м;

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м^3 здания на 01.01.2021 составляет, $\Pi_{зд}=94$ руб/ м^3 .

$$K_{зпп} = 242,38 \times 1 \times 12 \times 94 = 273404 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_z \cdot (C_m + C_{с.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{возд} + C_{об} + C_n), \quad (6.7)$$

где C_m – затраты на основной материал, руб;

$C_{см}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{зп.сд}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{э.с}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{возд.}$ – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

C_n – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [42]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot C_m - H_o \cdot C_o \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД $C_m=40,63$ руб./кг, при $m_m=3427 \cdot 1,3=4455,1$ кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [42].

H_o – норма возвратных отходов, $H_o = m_m \cdot 0,3 = 3427 \cdot 0,3 = 1028,1$ кг/шт;

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 20$ руб/кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [44].

$$C_m = 1,04 \cdot (2020 \cdot 40,63) - 1028,1 \cdot 20 = 167689,14 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [48]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \psi_p \times C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:

$G_d = 185,872$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для разработанного технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [28], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [28], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.} = 169$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на

01.01.2021.

$$C_{\text{п.спредл.}} = (185,872 \cdot 169) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 35590,21 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [48]:

$$C_{\text{з. г.}} = g_{\text{з. г.}} \cdot \Pi_{\text{г.з.}} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где $g_{\text{з. г.}}$ – расход смеси, $g_{\text{з. г.}} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Pi_{\text{г.з.}}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{\text{г.з.}} = 62,52 \text{ руб./м}^3$;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 75,92 \text{ ч}$.

$$C_{\text{з. г.}} = 1,02 \cdot 62,52 \cdot 75,92 = 4833,5 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [48]:

$$C_z = t_k \cdot \text{ЧТС} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{д.з.}} \cdot K_c \quad (6.11)$$

где t_k – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС– 74,85 руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{\text{д.з.}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3.

$$C_z = 84,76 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 18012,92 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [31]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (6.15)$$

где $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э = 5,63$ руб.

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [31]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_U} - t_c \right), \quad (6.16)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

$\frac{t_c}{K_U}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_U можно выбрать по таблице 3.2.2 [31]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4) $W_{тэ} = 575,417$ кВт.

$$C_{э.с.} = 715,852 \cdot 5,63 = 4030,23 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [42]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{\text{ЭН}} \cdot k_{mn} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (6.17)$$

где $g_{возд}^{\text{ЭН}}$ – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

k_{mn} – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{тп} = 1,15$.

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{возд}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$Ц_{возд} = 0,184295$ руб/ м^3 , стоимость воздуха на 01.01.2021 г.;

$$C_{возд \text{ пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.6 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [48]:

$$C_{об} = \frac{K_O \times n_o}{T_O \times N_z} + \frac{K_{П} \times n_n}{T_{П} \times N_z} + \frac{K_{П.О} \times n_{п.о}}{T_{П.О} \times N_z}, \quad (6.18)$$

где K_O – стоимость основного сварочного оборудования;

T_O – срок службы основного сварочного оборудования, $T_O = 5$ лет;

$K_{П}$ – стоимость приспособлений;

$T_{П}$ – срок службы приспособлений, $T_{П} = 5$ лет

$K_{П.О.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{П.О.}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{П.О.} = 20$ лет [50].

$$C_{об} = \frac{(1360276 + 78000) \times 13}{5 \times 500} + \frac{256140 \times 6 + 1413932 \times 5 + 120000 \times 2}{5 \times 500} + \frac{185000 \times 1}{20 \times 500} = 11132,14 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [48]:

$$C_{\text{рпо}} = \frac{(K_O \times n_o + K_{\Pi} \times n_n + K_{\Pi.O} \times n_{n.o}) \times k_{\text{рпо}}}{N_z}, \quad (6.18)$$

где $k_{\text{рпо}}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{рпо}} = \frac{[(1360276 + 78000) \times 13 + 256140 \times 6 + 1413932 \times 5 + 120000 \times 2 + 185000 \times 1]}{500} \times 0,03 = 1678,15 \text{ руб.}$$

6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [48]:

$$C_n = \frac{S \times m_{oi} \times \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_z}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь участка, м^2 , $S = 242,38 \text{ м}^2$;

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$.

$\Pi_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м.}$

$$C_n = \frac{242,38 \times 0,08 \times 250}{500} = 9,69 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма руб./ год,
1	Затраты на основной металл	90424096,5
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	17795105
2.3	Затраты на защитный газ	2416750
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование за изделие	9006460
4	Затраты на электроэнергию	2015115
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
5.1	Амортизационные отчисления	11132,14
5.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	181242,6
5.3	Затраты на содержание помещения	5830
ИТОГО технологическая себестоимость:		121855731,24

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C = 500 \cdot (167689,14 + 35590,21 + 4833,5 + 18012,92 + 4030,23 + 0,35 + 11132,14 + 1678,14 + \\ + 23,34) = 1283334203,3 \text{ руб/изд. год},$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 15075865 + 7910656 + 185000 + 655447 = 23826968 \text{ руб/изд. год},$$

Определим количество приведенных затрат:

$$3_n^2 = 1283334203,3 + 0,15 \cdot 23826968 = 131908248,53 \text{ руб/изд. год}.$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	50,82
3	Количество оборудования, шт.	8
4	Количество производственных рабочих, чел	15
5	Количество вспомогательных рабочих	4
6	Норма расхода материала, кг	2626
7	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	121855731,24
8	Себестоимость одного изделия, руб	243711,46

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплата рабочим, расходы на электроэнергию, амортизация и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы видим следующие цифры:

- капитальные вложения 12763028руб;
- себестоимость продукции 121855731,24 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 134618759,24 руб.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка основания крепи механизированной МКЮ.2У.175.00.000. При изготовлении основания крепи механизированной осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении основания на участке используется следующее оборудование:

- Аппарат *Phoenix 405 Expert 2.0 puls MM TDM* 8 шт;
- приспособление сборочно-сварочное
ФЮРА.000001.175.00.000 СБ 4 шт;
- позиционер 4шт;
- плита сварочная 4 шт;

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие, основание, оно входит в состав крепи механизированной МКЮ.2У.75. Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Масса основания крепи механизированной составляет 2020 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010* сварочной проволокой Св-08ГСМТ диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также 12 светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке площадью $S = 242,38 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;

- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: ТК РФ Статья 216.1. Государственная экспертиза условий труда (введена Федеральным законом от 30.06.2006 N 90-ФЗ), ТК РФ Глава 57. Государственный контроль (надзор) и ведомственный контроль за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных актов, содержащих нормы трудового права (в ред. Федерального закона от 18.07.2011 N 242-ФЗ).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-

гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

3. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 2004.

4. ГОСТ 12.1.046-2014. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 2015.

5. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 2015.

6. Правила устройства электроустановок. М.: Госэнергонадзор, 2000.

7. Приказ от 13 января 2003 года N 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (с изменениями на 13 сентября 2018 года). М.: Энергоатомиздат, 2018.

8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

11. ПБ 03-498-02 Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и

инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до $0,31 \text{ мг/м}^3$ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$), а также CO_2 до $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [51, 52].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость литания частиц $< 0,1 \text{ м/с}$.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [52].

На участке сборки и сварки изготовления основания применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [53].

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [54]:

$$L_m = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных веществ, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [55];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [55]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_u + t_g}, \quad (7.2)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 13 = 171,26 \text{ м}^2,$$

$$L_{\text{м}} = 171,26 \cdot 0,2 = 34,25 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_{\text{м}} = 123305 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИС315LB8-IE2 110 кВт 750 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

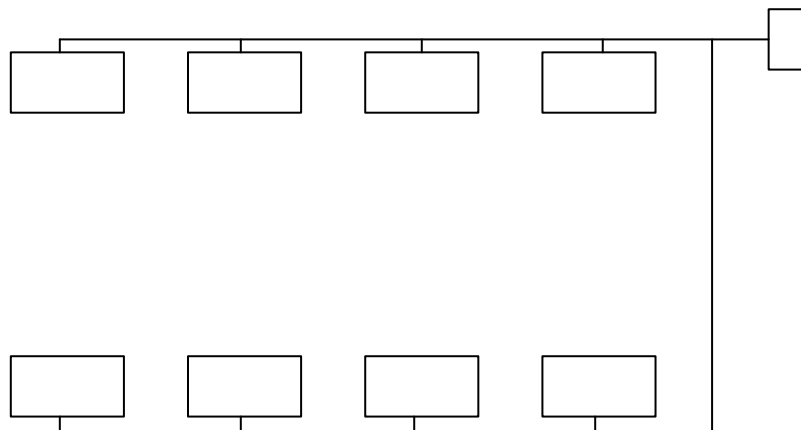


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{\text{мI}} = 123305 \cdot 6/13 = 56910 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 123305 \cdot 7/13 = 66395 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [54]:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{56910}{0,2} \right)^{1/2} = 603 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{66395}{0,2} \right)^{1/2} = 651 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{123305}{0,2} \right)^{1/2} = 887 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *Phoenix 405 Expert 2.0 puls MM TDM*
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [56].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [56].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пенобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противοшумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [52].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [57].

4. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

5 Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;

- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашины.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 20 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол,

стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ [58].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.280-2014 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь

гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 12.4.032-77
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ГОСТ 12.4.307-2016
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация основания на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон,

застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [59].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки основания ФЮРА.000001.175.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [59].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические

методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки основания предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [59].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки основания.

Для сборки-сварки основания применено стационарное сборочно – сварочное приспособление с пневмоприжимами, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 242,38 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 75 %;

Количество приведенных затрат – 134618759,24 руб./изд.·год.

Библиография

1. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Управление процессом плавления и переноса при сварке в углекислом газе длинной дугой // Монография - 2009 г.
2. Князьков В.Л. Повышение эффективности ручной дуговой сварки модулированным током электродами с покрытием за счет автоматической адаптации параметров режима к технологическому процессу // Диссертация, 2006 г.
3. Князьков А.Ф., Князьков В.Л. Исследование сварочно-технологических свойств покрытых электродов при сварке модулированным током // Сварочное производство – 2011 – №10 – С. 15-18.
4. Сварка пульсирующей (импульсной) дугой. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.se123.ru/tehnologiya/svarka-pulsiruyuschei-dugoi>
5. Мозок В.М. Дополнительные особенности технологии дуговой механизированной и автоматической сварки с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2010 - №2 - С. 34-38.
6. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка – 2007 - №10.
7. Жерносеков А.М. Влияние вылета электрода на параметры шва при импульсно-дуговой сварке сталей // Автоматическая сварка – 2004 - №8.
8. Сварочно-технологический центр «ШТОРМ-ЛОРХ». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://shtorm-lorch.ru>
9. Крампит А.Г., Зернин Е.А., Крампит М.А. / Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // Технология и материалы 2015 – №1 – С. 4-11.
10. Горшкова О.О. Сварка металлоконструкций. Стерлитамак: АМИ, 2017. 103 с.

11. Сварочные технологии для эффективного производства металлоконструкций // Металлоснабжение и сбыт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/117767>
12. СМТ сварка делает невозможное возможным [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.informdom.com/metallООbrabotka/2009/3.html>
13. Девятов С. Моделирование сварочных процессов с помощью программного обеспечения фирмы ESI Group //Машиностроение. 2011. № 21. С. 48–52.
14. Новая технология помогает сократить время, необходимое для программирования роботизированной сварки [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robotforum.ru/novosti-texnologij/novaya-texnologiya-pomogaet-sokratitvremyaneobxodimoe-dlya-programmirovaniya-robotizirovannoj-svarki.html>
15. Донков Э.Д., Березовский Б.М. Способ сварки магнитоуправляемой дугой и устройство для его осуществления // Патент SU № SU 1 811 457 А3. Патентообладатель: ЮжноУральский государственный университет. 2011. Бюл. № 15.
16. Горшкова О.О. / Новые технологии в сварочном производстве // [Современные наукоемкие технологии](#) 2021 – №2 – С. 14-18.
17. Слезкин Д. В., Цвелев Р. В., Ерофеев В. А., Масленников А. В., Судник В. А. Измерение и расчет энергетических характеристик дуги при сварке плавящимся электродом в смеси защитных газов. Известия ТулГУ. Технические науки. 2012. Выпуск 9.
18. Goldak J., Akhlaghi M., Computational Welging Mechanics. Springer. 2005.
19. Слезкин Д. В. Методика определения характеристик эквивалентного источника теплоты для выполнения расчетов деформаций при сварке. Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. Выпуск 7. Часть 2.
20. Слезкин Д.В., Ерофеев В.А., Масленников А.В. / Инновационные методы разработки технологии MIG/MAG сварки и организации сварочного

производства с применением компьютерного моделирования // [Инновационные технологии и экономика в машиностроении](#) 2014 – С. 90-93.

21. Сварочные технологии для эффективного производства металлоконструкций // Металлоснабжение и сбыт [Электронный ресурс].

Режим доступа: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/117767>

22. РД 03-613-03 «Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов».

23. РД 03-614-03 «Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов».

24. РД 03-615-03 «Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов».

25. ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.

26 ОСТ 36-58-81 «Конструкции строительные. Сварка. Основные требования».

27. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».

28. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов

29. Сталь 14ХГ2САФД [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [14ХГ2САФД - конструкционная легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. \(resursmsk.ru\)](#)

30. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.

31. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.

32. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение,1984. - 216 с.
33. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.
34. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
35. СВ-08Г2С [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [СВ-08Г2С \(esab.ru\)](http://esab.ru)
36. Сварочная проволока Св-08ГСМТ [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.svartools.ru/card/svarochnaya-provoloka-sv-08gsmt/>
37. EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=18841>
38. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю. Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.
39. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
40. РД-13-06-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах»
41. Наборы для капиллярного контроля Sherwin [Электронный ресурс] Режим доступа <https://ntcexpert.ru/cd/materialy-sherwin>
42. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.
43. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
44. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

45. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004

46. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.

47. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Проектирование сварочных цехов. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2013 г.

48. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24

49. СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ ИНВЕРТОРНОГО ТИПА EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM TIG, MIG/MAG, MMA [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://market.yandex.ru/product--svarochnyi-apparat-ewm-phoenix-405-expert-2-0-puls-mm-tdm-tig-mig-mag-mma/1731275417>

50. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.

51. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

52. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

53. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

54. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

55. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

56. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

57. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

58. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

59. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		14	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.008	Портал задний	1	
		15	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.009	Стенка задняя	4	
		16	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.010	Распорка	4	
		17	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.011	Настил задний	2	
		18	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.012	Проушина передняя	2	
		19	-01	Проушина передняя	2	
		20	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.013	Проушина задняя	4	
		21	-01	Проушина задняя	4	
		22	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.014	Накладка	1	
		23	-01	Накладка	1	
		24	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.015	Накладка внутренняя	1	
		25	-01	Накладка внутренняя	1	
		26	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.016	Лист	1	
		27	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.017	Полка	2	Рез $\sqrt{Ra50}$
				Б-ПН-12 ГОСТ 19903-74		m=0,26 кг
				Лист 390-10ХСНД-св-12 ГОСТ 19281-89		
				(70±2)х(40±2) мм		
		28	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.018	Ребро	1	
		29	-01	Ребро	1	
		30	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.019	Проушина	2	
		31	-01	Проушина	2	
		32	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.020	Планка ограничительная	2	Рез $\sqrt{Ra50}$
				ПН-16 ГОСТ 19903-74		m=0,47 кг
				Лист 390-10ХСНД-св-12 ГОСТ 19281-89		
				(190±2)х(20±2) мм		
		33	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.021	Проушина центральная	2	
		34	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.022	Накладка центральная	4	
		35	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.023	Платик	2	
		36	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.024	Ребро носка	2	
		37	ФЮРА.МКЮ.24.175.00.025	Накладка наружная	1	
ФЮРА.МКЮ.24.175.00.000						Лист 2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ФЮРА.МКЮ.24.175.00.000

Приложение Б
Спецификация приспособление сборочно- сварочное

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.	Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
							<u>Документация</u>		
						ФЮРА.0000001.175.00.000 СБ	Сборочный чертеж		2-А1
							<u>Сборочные единицы</u>		
	Справ. №				1	ФЮРА.0000001.175.01.000	Контователь	1	
Подп. и дата							<u>Детали</u>		
					2	ФЮРА.0000001.175.00.001	Прижим	6	
					3	ФЮРА.0000001.175.00.002	Прижим	2	
					4	ФЮРА.0000001.175.00.004	Болт М20 х 44 ГОСТ 7798-70	8	
					5	ФЮРА.0000001.175.00.005	Гайка М20 ГОСТ 5915-70	8	
Инв. № докл.									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
ФЮРА.0000001.175.00.000									
Изм. / Лист		№ докум.		Подп.		Дата			
Разраб.		Сукачев							
Пров.		Ильященко							
Н.контр.		Ильященко							
Утв.									
Приспособление сборочно-сварочное								Лит.	Лист
								1	1
								ЮТИ ТПУ гр 3-10А60	
Не для коммерческого использования						Копировал		Формат А4	

[illegible]

[illegible]



[illegible]

Дизл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	ЕН	Ки	Тшт.		
Б	Код, наименование оборота				Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код				Обозначение документа									
К/М																			
A01																			
A02	005 Комплектование																		
B3	Плита сборочно-сварочная. Кран мостовой (Q=5,0 т.). Строп цепной универсальный (Q 5,0 т.),																		
T04	Строп 189254, Строп 131593, Строп 189975. Кран-балка Q=2,0 т.																		
005	1. Подобрать детали, входящие в сборочную единицу, согласно спецификации.																		
06	2. Проверить наличие клеем БТК и отличительных клеем.																		
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
T13																			
T14																			
T15																			
16																			
00,7 КТП	Карта технологического процесса																	4	

[illegible]

[illegible]

Дизл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Тшт.		
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала														
А01																			
А02					4. Нагревание 300-350°C.														
Б3					Выполнить отпуск в зоне приварки св. швов №20 до T=600...650°C.														
Т04																			
005					5. Kleймить клеёмом сварщика на бирке с отметкой в технологическом паспорте.														
06																			
07					020 Контроль														
08																			
09					1. Предъявить БТК сварные швы №20, закрываемые при дальнейшей сборке.														
010					шаблон Ушерава-Маршака; Линейка L 1000; Лупа 7×														
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
10,7 КТП					Карта технологического процесса														7

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборядования					Обозначение документа													
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код													
A01																			
A02	025 Сборка																		
B3	Плита сборочно-сварочная Кран-балка Q=2 т., Строп 189975-2 шт, щтырь цеховой.																		
T04	1. Установить на сб. ед. согласно чертежу:																		
O05	– прогоны внутренние поз. 5 и поз. 6 в размеры 386±2; 560±15; ≡ 12,0 Б ₁ (лист 1);																		
O6	 15; 15 (с-с лист 2).																		
O7	– портал задний поз. 14 по месту;																		
O8	– прогон наружный поз. 4 (2 шт.) в размеры 1196±15;  15; 15; 80±15;																		
O9	– устанавливаем технологическую жесткость																		
O10	– проушины центральные поз. 33 (2 шт.) совместно с распорками поз. 16 (4 шт.) и стенками																		
O11	задними поз. 15 (4 шт.) в размеры: 105±15; 472±15 (Ф-Ф лист 2);																		
O12	– лист задний поз. 12 и лист задний поз. 13 по месту;																		
T13	– носок поз. 8 и носок поз. 9 по месту;																		
T14	2. Детали поз. 4 (2 шт.) во время установки зафиксировать винтовыми прижимами. T=10,8 мин.																		
T15																			
16																			
00,7 КМ П	Карта технологического процесса																		8

Дил.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Пров.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала														
А01																			
А02					3. Установить портал поз. 1 по месту.														
Б3					4. Контроль исполнителем.														
Т04					Размер 386-2 ¹ обеспечивается приспособлением.														
005																			
06					030 Сварка														
07					Плита сборочно-сварочная; Сварочный аппарат EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM;														
08					Проволока Св-08ГСМТ, Св-08Г2С-0 ГОСТ 2246-70 φ1,2														
09					Смесь газов SO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010														
010					1. Прихватить детали. Количество прихваток - 114 шт.														
011					Св. А 260-280 Св. В 26-28 расход газа 15-17 л/мин.														
012					2. Нагревание.														
Т13					Выполнить предварительный подогрев в зоне приварки опор поз. 62 до 300-350°С.														
Т14					Горелка газовая ГЗУ 249П 9/9; Очки; Пирометр ДТ-8862														
Т15					3. Выполнить сварные швы:														
16																			
КТП					Карта технологического процесса														9

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дир.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение документа													
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код													
A01																			
A02	- лист поз. 26 в размеры: 188±1,5 (4-4 лист 2);																		
B3	- прорезины поз. 30 (2 шт.) и прорезины поз. 31 (2 шт.) по штырю цеховой в размеры: 52 ^{±2} ;																		
T04																			
O05	- полки поз. 27 (2 шт.) в размеры: \pm T 3,0 ; $\sqrt{\square}$ 1,0 ;																		
O6	- стенки поз. 54 (2 шт.) в размеры: 10±1 (Вид сверху).																		
O7	- детали поз. 60 (2 шт.) по местц.																		
O8	2. Контроль исполнителем.																		
O9	Штырь цеховой ϕ 26 (l=100) ЦП-2085. Штырь цеховой ϕ 22 (l=100) ЦП-1920.																		
O10																			
O11	050 Сварка																		
O12	Плита сборочно-сварочная; Сварочный аппарат EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM;																		
T13	Проволока Св-08ГСМТ, Св-08Г2С-0 ГОСТ 2246-70 ϕ 1,2																		
T14	Смесь газов SO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010																		
T15	1. Прихватить детали. Количество прихваток - 168 шт.																		
16	2. Нагревание.																		
0,7 КТП	Карта технологического процесса														13				

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дирл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала														
A01																			
A02					110 Сборка														
B3					Позиционер.														
T04					См. операцию 005.														
005					1. Установить на сб. ед. замок поз. 48 (2 шт.) по валом цеховым. Выдержать размер $\phi 10$ M . T=1,52 мин.														
06					2. Предохранить пазы в замках от брызг сварки плотным асбестовым.														
07					Вал цеховой ступенчатый $\phi 80$ (l=100) / $\phi 82$ (l=50) ЦП-2090.														
08																			
09					115 Сварка														
010					Позиционер; Сварочный аппарат EWM PHOENIX 405 EXPERT 2.0 PULS MM TDM;														
011					Правалока СВ-08ГСМТ, СВ-08Г2С-0 ГОСТ 2246-70 $\phi 12$; Смесь газов SO 14.175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14.175-2010														
012																			
T13					1. Прихватить детали. Количество прихваток – 8 шт. сб,														
T14					A 260-280 Усв, В 26-28 расход газа 15-17 л/мин.														
T15																			
16																			
00,7 КТП					Карта технологического процесса														29

[illegible]

[illegible]

